

Beschreibung

Verfahren zur Navigation in 3-dimensionalen Bilddaten

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Navigation in 3-dimensionalen elektronischen Bilddaten.

Elektronische Bilddaten in mehr als zwei räumlichen Dimensionen (2D) finden weit verbreitet für

- 10 unterschiedlichste Anwendungszwecke Verwendung. Bilddaten in drei räumlichen Dimensionen (3D) werden zum Beispiel für 3D-Simulationen von Vorgängen, Design und Konstruktion von räumlichen Objekten und zur messtechnischen Erfassung und optischen Wiedergabe solcher Objekte.

15

Eine besondere Anwendung stellen Verfahren der bildgebenden Medizintechnik dar, wo Patientenkörper, zum Beispiel anhand radiologischer Bildgebungsverfahren, 3-dimensional untersucht und die 3D-Untersuchungsdaten für weitere

- 20 Verarbeitungsschritte erfasst werden. In der Diagnostik können dabei zum einen untersuchte Körpervolumina von besonderem Interesse, so genannte Hot Spots, identifiziert werden. Als Hot Spots werden in der Nuklearmedizin

- 25 Bildbereiche mit erhöhter Intensität bezeichnet, die auf das Vorhandensein eines Tumors in dem Bereich hindeuten (erhöhte Gewebeaktivität). Zum anderen können 3D-Bilddaten desselben Körpers aus verschiedenen Bildgebungsverfahren in einer

- gemeinsamen Darstellung zusammengeführt werden, ein Vorgang, der Fusion genannt wird, um einen informativeren,

- 30 aussagekräftigeren Bilddatensatz zu erhalten. Bei der Fusion können Daten von Hot Spots eine besondere Rolle spielen, da sie es ermöglichen, die Bilddaten ebendieser Körpervolumina aus einem Bildgebungsverfahren im Kontext der Bilddaten eines anderen Bildgebungsverfahrens zu betrachten. Ein derart

- 35 fusionierter Bilddatensatz enthält die Hot Spots als besonders kennzeichenbaren Teil-Bilddatensatz.

Ein Beispiel hierfür kann zum Beispiel die Fusion von Bilddaten aus einer Positronen-Emissions-Tomografie (PET) und einer Computer-Tomografie (CT) sein. Die PET-Daten stellen einen diagnostischen Datensatz dar, der Information über bestimmte Stoffwechsel-Funktionen des Patientenkörpers beinhaltet und daher auch als funktionale Bilddaten bzw. funktionaler Datensatz bezeichnet wird. PET-Daten bilden im wesentlichen Weichteile ab. Die CT-Daten bilden dagegen auch anatomische Merkmale, wie Knochenbau, des Patientenkörpers ab und ermöglichen einem Betrachter daher eine deutlich bessere Orientierung anhand der Anatomie des Patienten. Eine Fusion der funktionalen PET-Daten mit den CT-Daten erleichtert daher wesentlich die anatomische Zuordnung von mittels PET identifizierten Hot Spots.

Ein besonderes Problem 3D-Bilddaten sämtlicher Anwendungen liegt in den begrenzten optischen Darstellungsmöglichkeiten. Üblicherweise werden 2D-Darstellungsgeräte verwendet, in der Regel Computer-Bildschirme, die nur eingeschränkte Möglichkeiten der Visualisierung in 3D bieten. Bekannt sind zum Beispiel perspektivische Darstellungen, Schnittbilder durch Ebenen des darzustellenden Objektes oder rotierende Darstellungen des entweder teilweise transparent oder vollständig kompakt visualisierten Objektes. Für die Visualisierung von 3D-Objekten steht eine Reihe von Techniken zur Verfügung, die in der beschriebenen Weise eingesetzt werden können, und die als Volume Rendering Technic (VRT, „Volumen-Wiedergabe-Verfahren“) bezeichnet werden. Unter anderem kann eine Maximum Intensity Projection (MIP) eingesetzt werden, die jeweils den hellsten Bildpunkt entlang jedem vom (virtuellen) Betrachter aus durch das 3D-Objekt gehenden Sehstrahl als 2D-Projektions-Bildpunkt definiert. Oder es kann eine Multi-Planare Reformatierung (MPR) vorgenommen werden, bei der unterschiedliche 2D-Projektionen des Objekts dargestellt werden, zum Beispiel zu einander senkrechte Projektionen.

Die begrenzten optischen Darstellungsmöglichkeiten für 3D-Bilddaten erschweren zum einen die Orientierung in den dargestellten Objekten, da dem Betrachter die Tiefen-Information nicht unmittelbar zugänglich ist, und damit
5 einhergehend zum anderen die Navigation innerhalb der Daten. Dieses Problem stellt sich bei der Betrachtung, beispielsweise in der diagnostischen Auswertung, wie bei der Erzeugung, beispielsweise in der 3D-Konstruktion, gleichermaßen.

10 In der medizinischen Diagnostik gibt es Verfahren, die für die Navigation ein rotierendes MIP eines funktionalen Datensatzes verwenden. Der Nachteil daran ist, dass die anatomische Zuordnung dadurch noch nicht immer eindeutig ist,
15 zum Beispiel dann, wenn zwei Hot Spots sehr dicht beieinander liegen. Deswegen erfordert diese Verfahren ein zweistufiges und damit umständliches Vorgehen: Erst wird auf dem rotierenden MIP eine Schnittebene durch den interessierenden Hot Spot gelegt (1D-Information), dann muss dieser Schnitt
20 zusätzlich dargestellt und darin die Position des Hot Spots bestimmt werden. Erst dann liegt die 3D-Information über die Position vor.

Aus der Diplomarbeit „**3D-EXPLORATION VON VOLUMENDATEN; Werkzeuge zur interaktiven Erkundung medizinischer Bilddaten**“, 21. Oktober 1998, von M. Jahnke sind Werkzeuge zur Exploration von Volumendatensätzen bekannt, die 2D- und 3D-Eingabegeräte umfassen. Zum Beispiel wird ein 3D-Cursorobjekt vorgeschlagen, mittels dessen ein Teil-Volumen
30 eines Volumendatensatzes ausgewählt werden kann; dieses Teilvolumen kann als Region of Interest (ROI) oder Voxel of Interest (VOI) aufgefasst werden. Das derart ausgewählte Teilvolumen kann im weiteren dann als eigenständiges Betrachtungsvolumen verwendet werden, innerhalb dessen die
35 Exploration fortgesetzt wird. Ein weiteres dort vorgeschlagenes 3D-Objekt ist der sogenannte Prober, der ein 3-dimensionales geometrisches Objekt, z.B. einen Würfel,

darstellt. Der Prober kann wie ein Cursor positioniert werden. Er dient dazu, Abtastwerte des jeweils vom Prober umschlossenen Volumens zu ermitteln; bei einem Würfel können diese Abtastwerte 2D-Projektionen des Volumens auf die

5 Würfelflächen sein. Die in der Arbeit von M. Jahnke vorgeschlagenen Werkzeuge dienen jeweils der manuellen Exploration von Teilvolumina.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur

10 Navigation in 3D-Bilddatensätzen anzugeben, das das Auffinden und Bestimmen der 3D-Position von 3D-Teil-Bilddatensätzen von besonderem Interesse sowie deren Visualisierung automatisiert und dadurch erleichtert.

15 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Navigation in 3-dimensionalen elektronischen

20 Bilddatensätzen zu schaffen, bei dem die Bilddatensätze 3-dimensionale Teil-Bilddatensätze enthalten. Das Verfahren umfasst folgende Verfahrensschritte:

- Optisches Darstellen von mindestens einer 2-dimensionalen Projektion eines Bilddatensatzes, die eine 2-dimensionale
- 25 Teil-Projektion von mindestens einem Teil-Bilddatensatz umfasst,
- Optisches Hervorheben der mindestens einen 2-dimensionalen Teil-Projektion,
- Funktionalisieren der mindestens einen optisch
- 30 hervorgehobenen Teil-Projektion derart, dass diese durch eine Nutzer-Eingabe ausgewählt werden kann, .
- Empfangen einer auf die Auswahl mindestens einer derart funktionalisierten Teil-Projektion gerichteten Nutzer-Eingabe und
- 35 - in Abhängigkeit von der Nutzer-Eingabe automatisches optisches Darstellen von mindestens einer weiteren 2-dimensionalen Projektion des Bilddatensatzes, die eine 2-

dimensionale Projektion des ausgewählten Teil-Bilddatensatz umfasst.

5 Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass ein Nutzer anhand einer herkömmlichen 2-dimensionalen Projektion einen Teil-Bilddatensatz besonderen Interesses auswählen kann, und dadurch automatisch eine weitere Projektion des Bilddatensatzes erhält, die ebenfalls wieder den Teil-Bilddatensatz enthält. Die weitere Projektion muss der Nutzer
10 nicht erst manuell erzeugen, in dem er eine Schnittebene in die ursprüngliche Projektion legt. In diesem Sinne wird die Projektion des Teil-Bilddatensatzes gleichsam als aktives Link verwendet, dass zum Beispiel durch den Nutzer mit einer Maus oder einem sonstigen Zeigegerät ausgewählt, also
15 angeklickt werden kann. Die Erzeugung der zur Identifikation und zur Bestimmung der Position des Teil-Bilddatensatzes benötigten Schnittbilder wird damit intuitiv gestaltet und vereinfacht.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein Bilddatensatz verwendet, der durch eine Fusion von mindestens zwei Ursprungs-Bilddatensätzen gebildet wurde. Damit kann die Navigation für einen Nutzer insbesondere in Bilddatensätzen, die einen durch die Fusion erweiterten Informationsgehalt
25 besitzen, erleichtert werden. Der erweiterte Informationsgehalt wiederum kann gerade dazu dienen, möglicherweise interessierende Teil-Bilddatensätze automatisch zu identifizieren, aus denen der Nutzer dann eine manuelle Auswahl treffen kann.

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden Teil-Bilddatensätze verwendet, die sämtlich aus demselben Ursprungs-Bilddatensatz gebildet wurden. Damit können Ursprungs-Bilddatensätze herangezogen werden, die
35 besonders geeignet zur Identifikation möglicherweise interessierender Teil-Bilddatensätze sind, und ein Nutzer weiß automatisch, dass die Teil-Bilddatensätze unter den

besonderen Aspekten des zur Identifikation herangezogenen Ursprungs-Bilddatensatzes ausgewählt wurden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden als Ursprungs-Bilddatensätze zumindest ein Bilddatensatz aus einem Computer-Tomografie-Verfahren und einer aus einem Positronen-Emissions-Tomografie-Verfahren herangezogen. Diese Kombination ist im Hinblick auf die medizinische Diagnostik in der Krebs-Therapie von besonderem Interesse, da CT-Bilddatensätze einem Betrachter eine besonders gute Orientierung innerhalb der Anatomie eines Patienten ermöglichen, während PET-Bilddatensätze besonders gut zur Identifikation möglicherweise Krebs-gefährdeter Körpervolumina geeignet sind.

Das Verfahren ist auf einem Computer ausführbar. Es kann dazu entweder auf dem Computer installiert sein, oder es kann als Computer-Programm-Produkt ausgebildet sein, dass eine Ausführung oder Installation des Verfahrens auf einem Computer ermöglicht.

Weiter vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der Figuren-Beschreibung.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 Bildschirmansicht mit 2D-Projektionen eines 3D-Bilddatensatz,

FIG 2 Bildschirmansicht mit Schnittebene und Hot Spots,

FIG 3 schematische Ansicht einer Schnittebene mit Hot Spots,

FIG 4 Bildschirmansicht mit Schnittschicht und Hot Spots,

FIG 5 schematische Ansicht einer Schnittschicht mit Hot Spots,

5 FIG 6 schematische Bildschirmansicht mit zufälligen Schnittbildern,

FIG 7 schematische Bildschirmansicht mit Schnittbildern durch Hot Spot,

10

FIG 8 schematische Ansicht von zufälliger Schnittebene und

15

FIG 9 schematische Ansicht von Schnittebene durch Hot Spot.

In **Figur 1** ist eine Bildschirmansicht eines medizinischen Bildverarbeitungs-Arbeitsplatzes mit 2D-Projektionen eines 3D-Bilddatensatz dargestellt. Es wird ein CT-Bilddatensatz
20 gezeigt, der fusioniert wurde mit einem PET-Bilddatensatz. Die Bilddatensätze sind vorher registriert worden, das heißt maßstabs- und positionsrichtig zueinander orientiert und mit allen 3D-Informationen erfasst worden. Der CT-Datensatz steht beispielhaft für einen Volumendatensatz der anatomische
25 Information enthält, der PET-Datensatz steht beispielhaft für einen Volumendatensatz des gleichen Patienten mit funktionaler Information. Die dargestellte Projektion wurde mit den Rendering Verfahren VRT und MIP gewonnen, die beispielhaft für jede Art von 3D Volumen-Rendering stehen,
30 und mit dem Verfahren MPR, das beispielhaft für jede Art von Schnittebenen-Rendering steht.

Die Verfahren unterstützen zwei Formen von sogenannten Clipping Objekten: Clip Planes (Schnittebenen) sowie Slabs
35 (Schnittschichten definierter Dicke). Entsprechend dazu können die Bilder des funktionalen Datensatzes sowohl Schnittbilder (werden auf die Schnittebene der Clip Plane

bzw. des Slabs abgebildet) als auch Volumenbilder sein, die dann in die Clip Plane bzw. das Slab genau wie der anatomische Datensatz projiziert werden. Ein Benutzer kann zwischen der Volumendarstellung (MIP) und der
5 Schnittbilddarstellung (MPR) hin- und herschalten.

Ein wichtiger Aspekt sind auch die möglichen Parametereinstellung der verwendeten Renderingverfahren. Bei VRT können im CT Parameter wie Farbe, Durchsichtigkeit oder
10 Gewebezuordnung jederzeit geändert werden, um die optimale Ansicht auf den CT Datensatz zu erreichen. Bei MPR oder MIP können Parameter wie Fensterung, Color LUT, Masking (d.h. Schwellwerte die die Sichtbarkeit von Informationsbestandteilen bestimmen) jederzeit geändert
15 werden. Insbesondere das Masking ist sehr wichtig, um die Darstellung möglichst nur auf die Hot Spots zu beschränken, weitere Informationsbestandteile des Datensatzes, der die Hot Spots enthält, jedoch auszublenden (zu „masken“), um nicht zu viel von der anatomischen Information des CT-Datensatzes zu
20 verdecken. Außerdem kann ein Blending Faktor, der das Mischverhältnis von CT- und PET-Darstellung beschreibt eingestellt werden. Auf die verschiedenen Parametereinstellungen wird nachfolgend nicht weiter eingegangen.

25 Dargestellt ist eine Bildschirmansicht 1 mit vier sogenannten Viewports 3, 4, 5, 6, also Bildschirmsegmenten, die jeweils unterschiedliche Schnittebenen oder Schnittschichten zeigen können. Anhand dieser unterschiedlichen Projektionen, die von
30 einem Nutzer anhand der Werkzeuge und Buttons in dem Bildschirmsegment 7 manuell ausgerichtet und erzeugt werden müssen, kann ein Benutzer interessierende Teil-Bilddatensätze oder Hot Spots darstellen und deren 3D-Position ermitteln. Zur besseren Orientierung bietet Viewport 6 eine manuell zu
35 bedienende Rotations-Sicht 8 des PET-Datensatzes.

In **Figur 2** ist eine Bildschirmansicht 1 mit Schnittebene und Hot Spots in einem wiederum aus CT- und PET-Daten fusionierten Datensatz dargestellt. Der Bildschirm 1 zeigt nur einen einzigen Viewport 11, in dem ein Schnittbild durch den fusionierten Bilddatensatz strichliert angedeutet ist. Die Projektion im Viewport 11 umfasst einen Hot Spot, der als optisch hervorgehobener Bildteil im Bauchraum des abgebildeten Patientenkörpers erkennbar ist. Der hervorgehobene Bildteil kann durch einen Nutzer z.B. durch Mausclick ausgewählt werden, um weitere Bildschirmansichten zu erzeugen. Weitere manuelle Aktionen eines Nutzers werden nicht erforderlich, daher enthält das Bildschirmsegment 7 nur eine reduzierte Anzahl von Buttons und Werkzeugen.

In **Figur 3** ist die Projektion aus der vorangehenden Abbildung schematisch dargestellt. Sie zeigt die Schnittebene 13 durch den fusionierten Bilddatensatz, der aus einer Projektion des CT-Datensatz 14 und des PET-Datensatzes 15 besteht. Innerhalb des PET-Datensatzes 15 sind Hot Spots 19 für einen Nutzer erkennbar optisch hervorgehoben, z.B. durch besonders helle oder auffällige Farbgebung. Die dargestellte Schnittebene 13 ist so positioniert und orientiert, dass ein Nutzer die Hot Spots 19 sehen kann. Die Visualisierung der Hot Spots 19 ist in Art funktionalisiert, dass der Nutzer einen davon manuell auswählen kann, z.B. durch anklicken mit einer Maus. Die Hot Spots 19 liegen verhältnismäßig dicht beieinander und sind daher nicht durch ein automatisiertes Verfahren zu analysieren.

In den **Figuren 4 und 5** sind Darstellungen analog zu den vorangehenden Figuren 2 und 3 unter Verwendung der selben Bezugszeichen abgebildet. Anstelle einer Schnittebene (Clip Plane) ist jedoch eine Schnittschicht 16 (Slab) dargestellt, erkennbar an der Darstellung in Figur 5 als Kasten. Im übrigen wird auf die Beschreibung der vorangehenden Figuren Bezug genommen.

In **Figur 6** ist eine Bildschirmsicht 1 mit vier Viewports 3, 4, 5, 11 schematisch dargestellt. Der Viewport 11 zeigt entsprechend der vorangehenden Beschreibung eine funktionalisierte Projektion in so fern, als ein Nutzer die Hot Spots 19 in der Schnittebene 13 z.B. durch Mausklick auswählen kann. Die Viewports 3, 4, 5 zeigen Schnittbilder 14, 15 des fusionierten Datensatzes in zufällig gewählten Schnittebenen, die nicht die Hot Spots 19 enthalten. Diese sind nur in dem Schnittbild 17 in der Schnittebene 13 enthalten. Für eine exakte Lokalisation der Hot Spots 19 muss eine Darstellung gewählt werden, die die Hot Spots 19 auch in den weiteren, unterschiedlichen Projektionen in den Viewports 3, 4, 5 zeigt.

Dazu wählt der Benutzer zunächst eine der oben beschriebenen Darstellungsformen aus, um eine optimale Ansicht auf die Hot Spots 19 zu bekommen. Auf dem Viewport 11 ist ein räumliches Drehen in die richtige Ansicht und ein Verschieben der Schnittebene 13 möglich, um in den Hot Spot 19 zu fokussieren. Auf diesem Navigationsbild wird indirekt 3D-Tiefeninformation bereitgestellt, die es möglich macht mit einem Mausklick den Hot Spot 19 zu selektieren. Durch einen Mausklick auf den Hot Spot 19 wird das so genannte Volume Picking ausgelöst, das die Bildschirmsicht 1 für den Benutzer automatisch auf den Hot Spot 19 fokussiert. Zum einen wird die Clip Plane 13 oder gegebenenfalls der Schwerpunkt des Slabs im Viewport 11 in der Fusionsdarstellung in den angewählten Hot Spot 19 verschoben, zum anderen werden alle sonstigen angezeigten Bilder in den anderen Viewports 3, 4, 5 auf dem Bildschirm ebenfalls in den Hot Spot 19 verschoben. Damit wird für den Nutzer automatisch eine zur Identifizierung der Hot Spots 19 optimale Bildschirmsicht 1 erzeugt, ohne dass er manuell in allen Viewports 3, 4, 5 in Drehwinkel und Tiefe geeignete Projektionen einstellen müsste. Im Ergebnis des Volume Pickings werden die Bilder aus den Viewports 3, 4, 5 in den ausgewählten Hot Spot 19 verschoben, ebenso die Schnittebene 13 in dem Viewport 11.

Der Hot Spot 19 kann also sehr einfach in dem Viewport 11 gesucht werden, und dann können mit einem Mausklick alle vier Viewports 3, 4, 5, 6 auf den Hot Spot 19 fokussiert werden.

5 In **Figur 7** ist die als Ergebnis des Volume Picking erhaltene, im Hinblick auf den vom Nutzer ausgewählten Hot Spot 19 optimierte Bildschirmsicht 1 unter Verwendung der selben Bezugszeichen wie in der vorangehenden Figur dargestellt. Die
10 Schnittebene 13 im Viewport 11 ist so positioniert, dass das Schnittbild 17 eine Projektion samt Hot Spot 19 zeigt. Die restlichen Bilder zeigen nun andere sich gegenseitig referenzierende Schnittbilder entweder eines einzelnen oder der fusionierten Datensätze, die ebenfalls jeweils den Hot Spot 19 enthalten. Die Schnittbilder referenzieren sich
15 gegenseitig, was durch Markierungslinien A, B, C angedeutet ist, die durch alle Viewports 3, 4, 5 hindurch jeweils durch den ausgewählten Hot Spot 19 verlaufen. Damit ist der Hot Spot 19 lokalisiert und für den Nutzer optimal einsehbar dargestellt.

20

In den **Figuren 8 und 9** ist der Vorgang des Fokussierens, der in den vorangehenden Figuren 6 und 7 in Bezug auf den dortigen Viewport 11 erläutert wurde, noch mal illustriert. In Figur 8 ist das Schnittbild des fusionierten
25 Bilddatensatzes 14, 15, der einen Hot Spot 19 enthält, dargestellt. Die Schnittebene 13 ist zufällig positioniert und enthält keine Projektion des Hot Spots 19. In Figur 9 wurde die Schnittebene 13 so verschoben, dass sie den Hot Spot 19 schneidet und eine Projektion 17 des fusionierten
30 Bilddatensatzes beinhaltet.

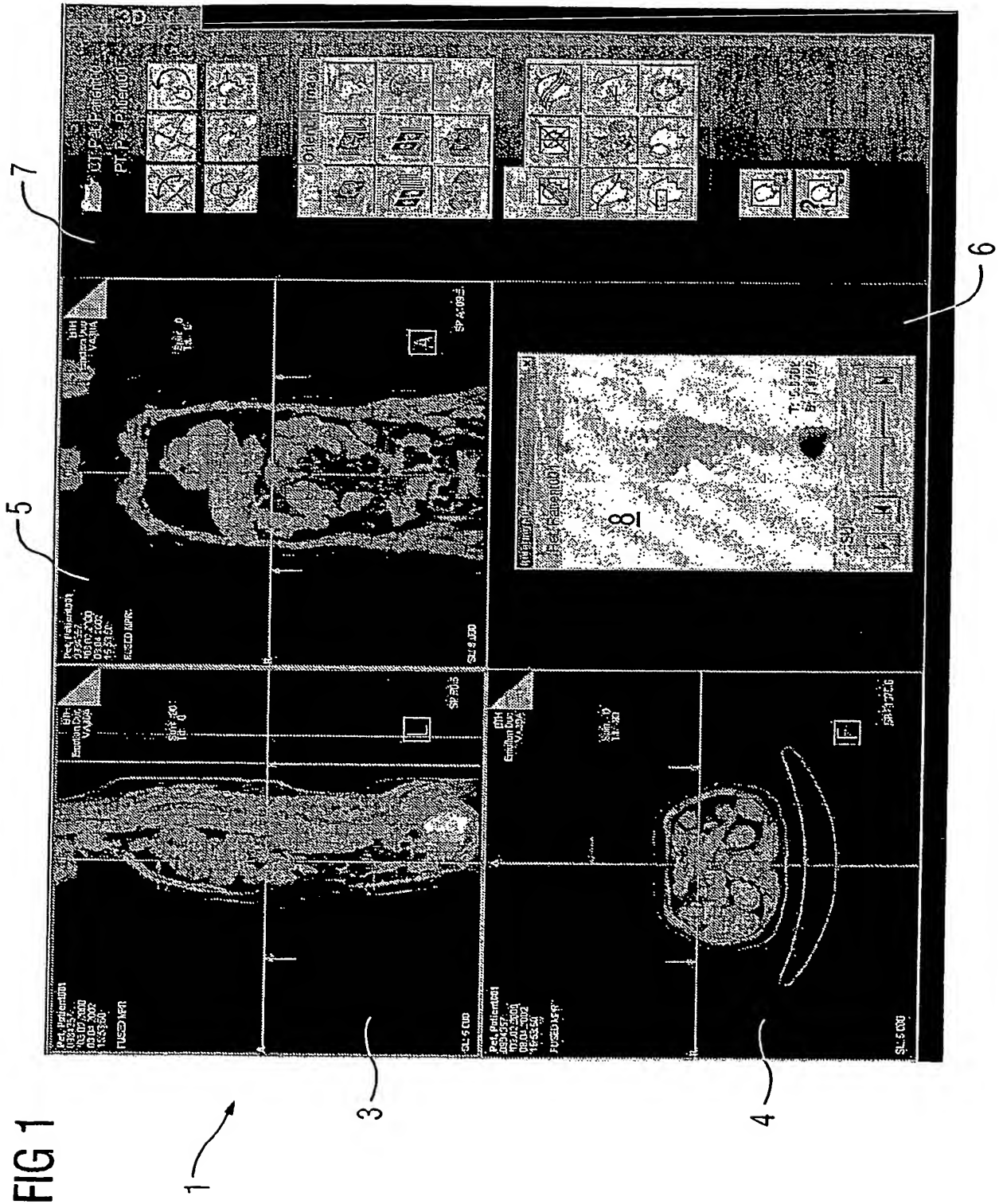
Patentansprüche

1. Verfahren zur Navigation in 3-dimensionalen elektronischen Bilddatensätzen, wobei die Bilddatensätze 3-dimensionale
5 Teil-Bilddatensätze enthalten, umfassend die Verfahrensschritte:
- Optisches Darstellen von mindestens einer 2-dimensionalen Projektion eines Bilddatensatzes, die eine 2-dimensionale Teil-Projektion von mindestens einem Teil-Bilddatensatz
10 umfasst,
 - Optisches Hervorheben der mindestens einen 2-dimensionalen Teil-Projektion,
 - Funktionalisieren der mindestens einen optisch hervorgehobenen Teil-Projektion derart, dass diese durch
15 eine Nutzer-Eingabe ausgewählt werden kann,
 - Empfangen einer auf die Auswahl mindestens einer derart funktionalisierten Teil-Projektion gerichteten Nutzer-Eingabe,
 - in Abhängigkeit von der Nutzer-Eingabe automatisches
20 optisches Darstellen von mindestens einer weiteren 2-dimensionalen Projektion des Bilddatensatzes, die eine 2-dimensionale Projektion des ausgewählten Teil-Bilddatensatz umfasst.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Bilddatensatz durch einer Fusion von mindestens zwei Ursprungs-Bilddatensätzen gebildet wurde.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass sämtliche Teil-Bilddatensätze aus demselben Ursprungs-Bilddatensatz gebildet wurden.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ursprungs-Bilddatensätze einen aus einem Computer-Tomografie-

Verfahren und einen aus einem Positronen-Emissions-Tomografie-Verfahren erhaltenen Ursprungs-Bilddatensatz umfassen.

- 5 5. Computer-Programm-Produkt, dass eine Ausführung oder Installation des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche auf einem Computer ermöglicht.

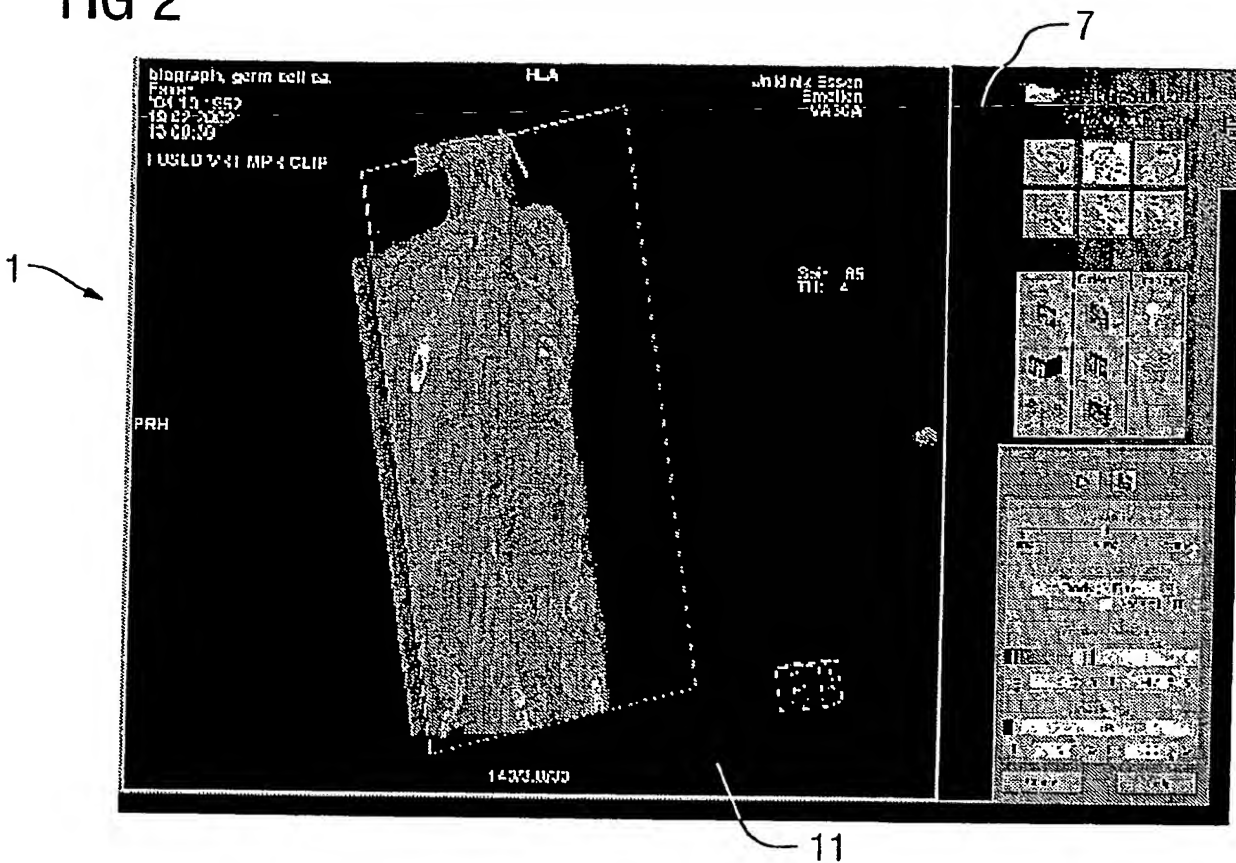
THIS PAGE BLANK (USPTO)



BEST AVAILABLE COPY

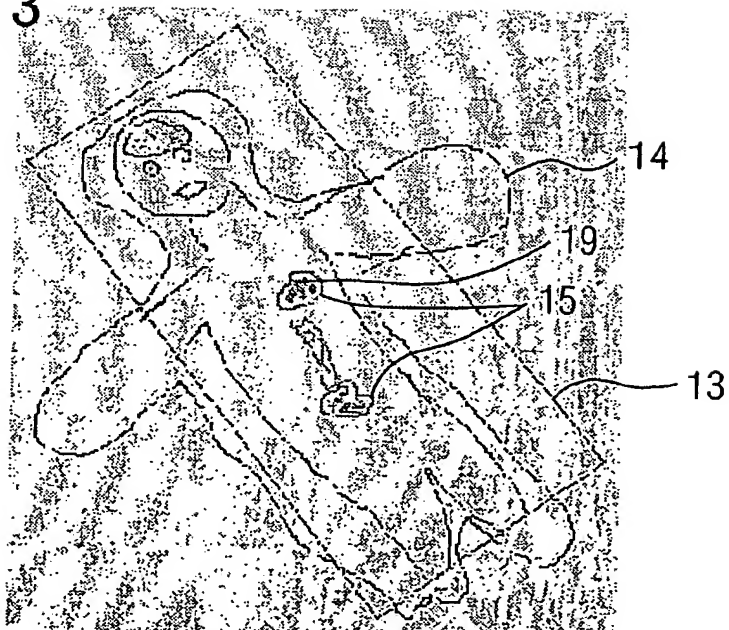
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 2



BEST AVAILABLE COPY

FIG 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/5

FIG 4

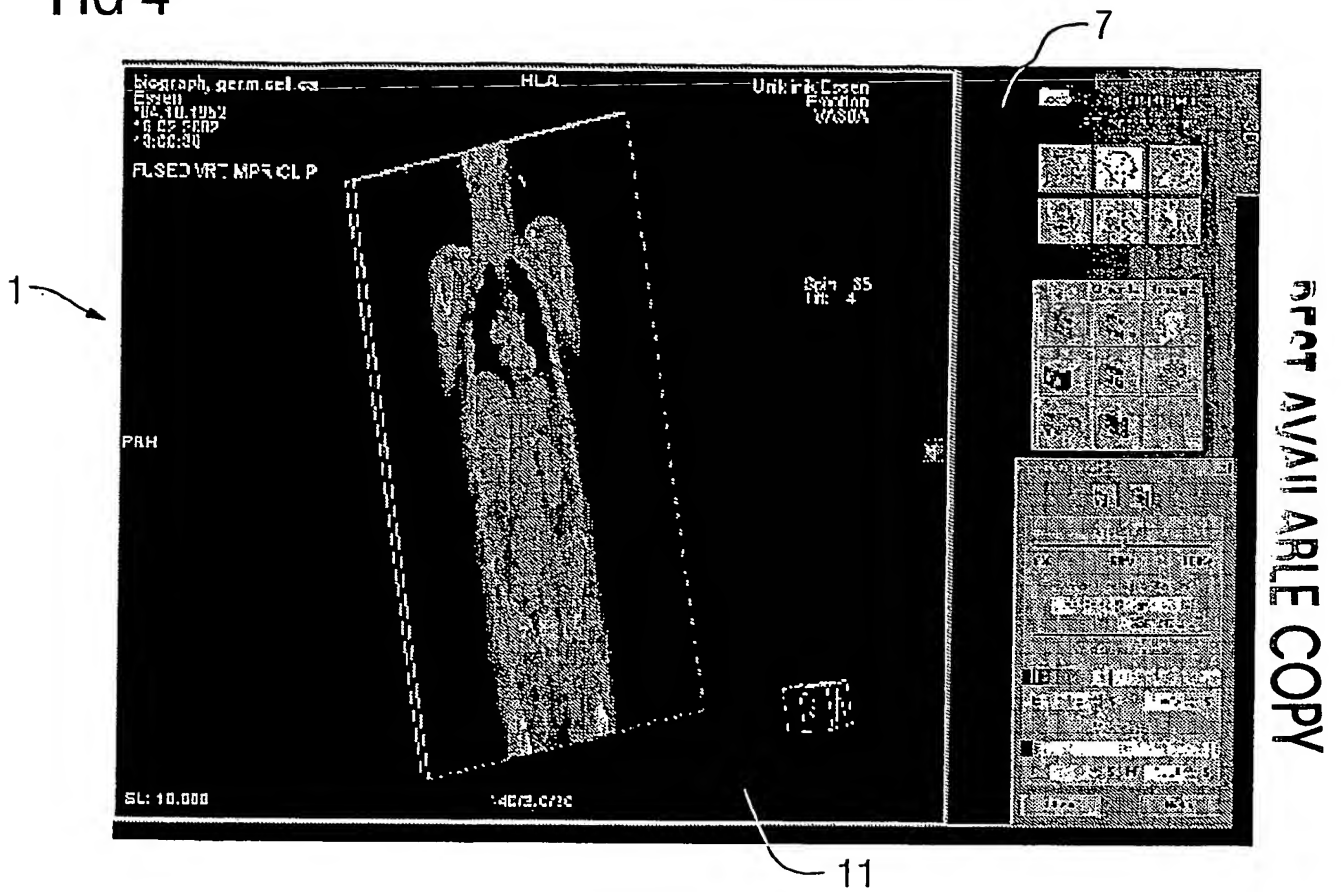
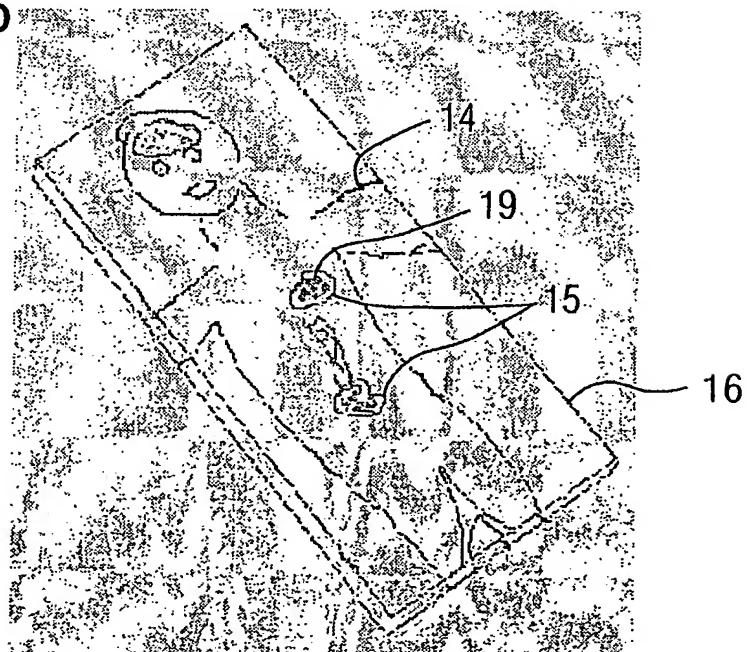
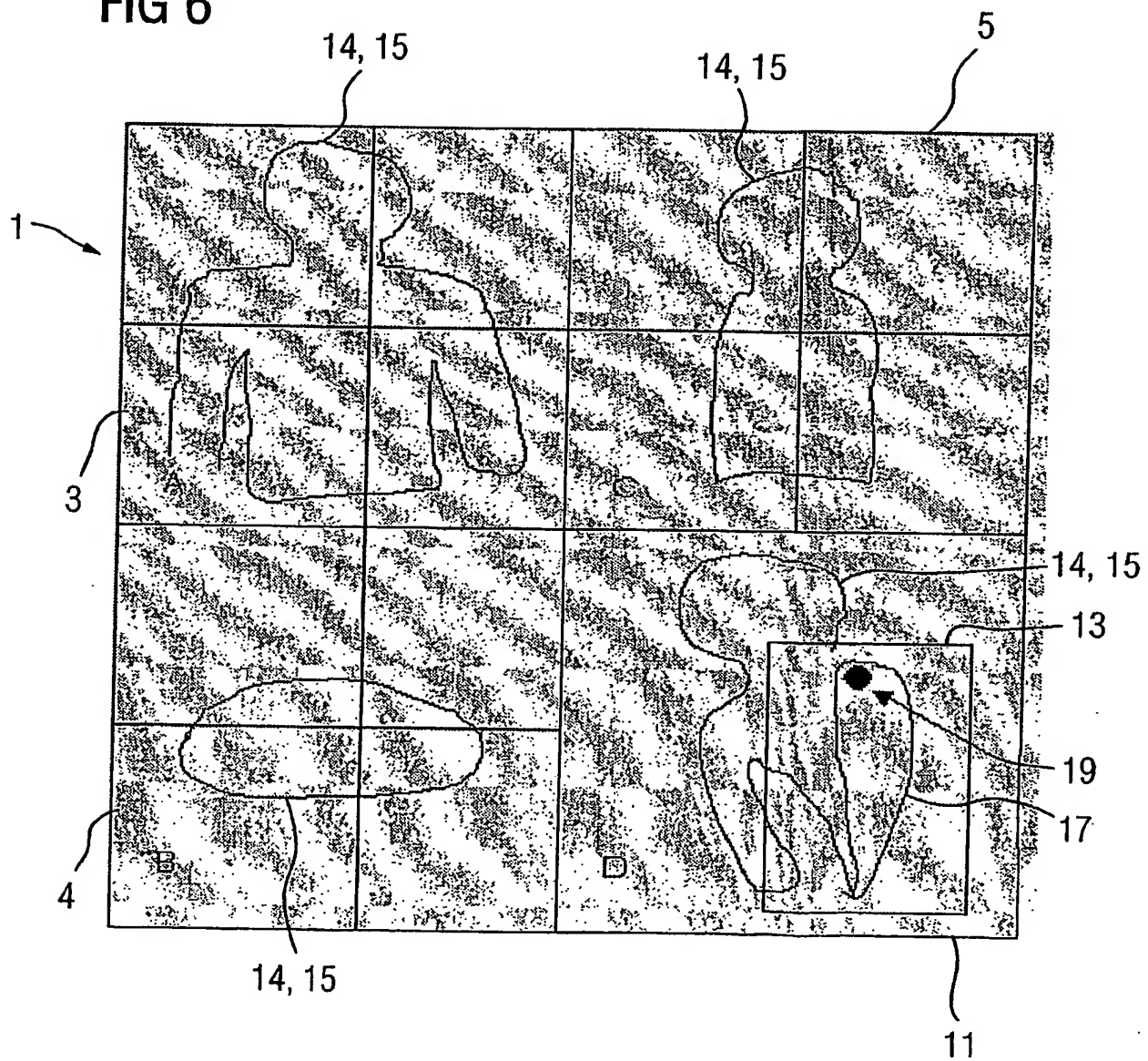


FIG 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 6

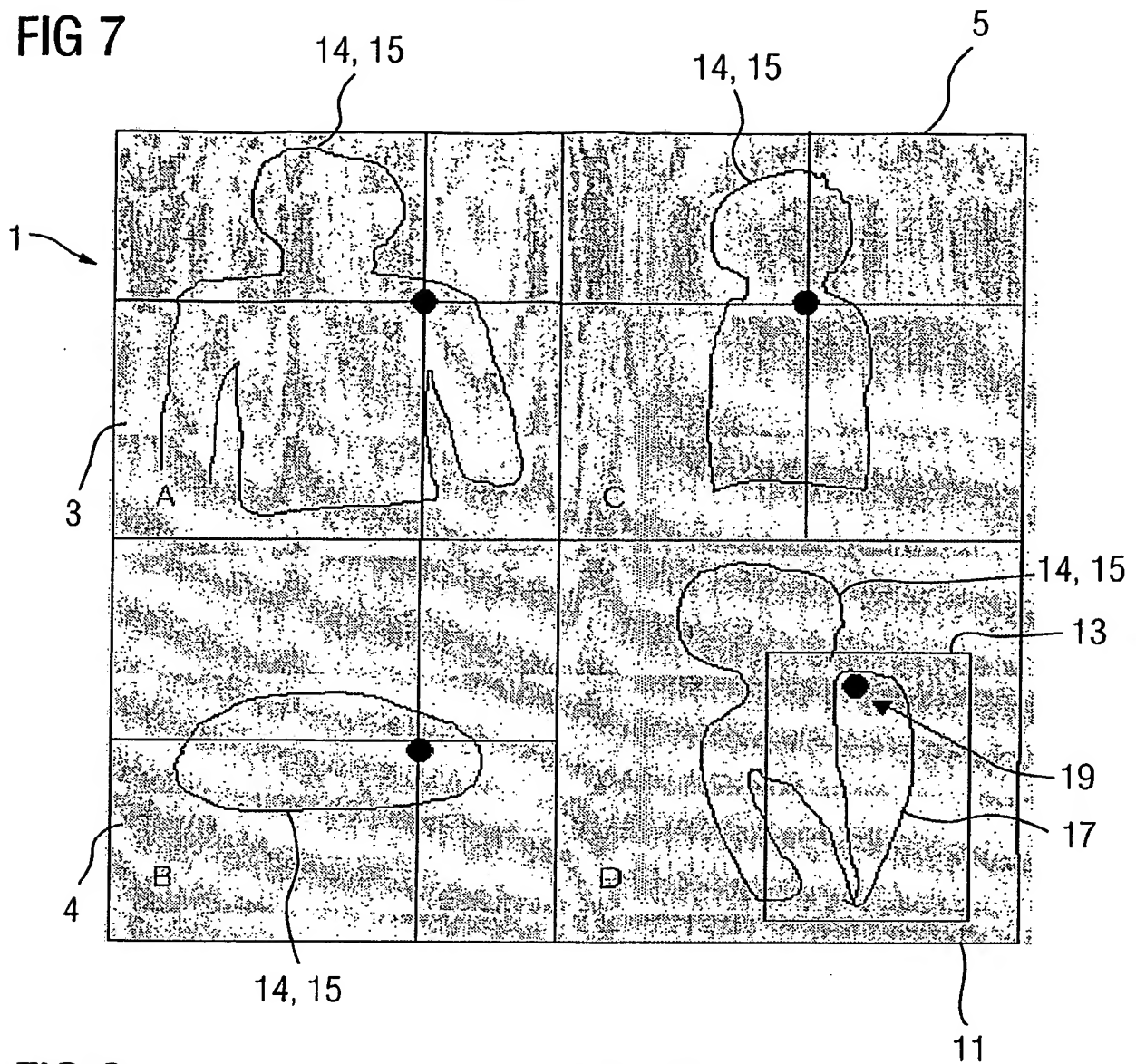


BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/5

FIG 7



BEST AVAILABLE COPY

FIG 8

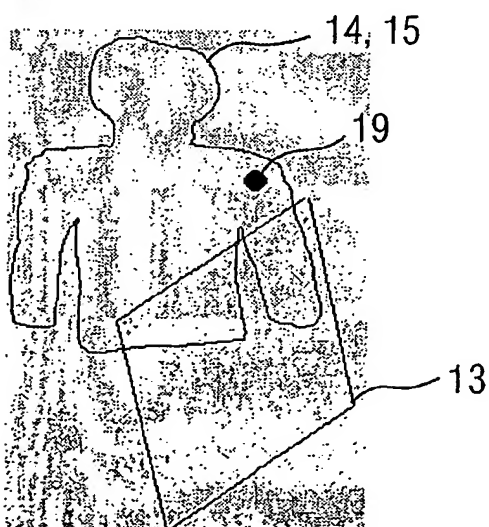
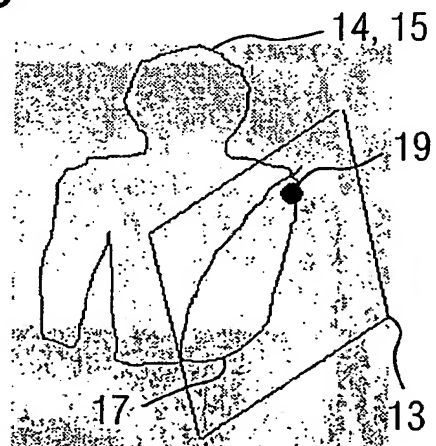


FIG 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/053041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G06T17/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GERING D T: "A System for Surgical Planning and Guidance using Image Fusion and Interventional MR" THESIS AT THE MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, XX, XX, December 1999 (1999-12), pages 26-42, XP002293852 page 34 - page 37	1-5
X	GOLLAND P ET AL: "Anatomy Browser: a novel approach to visualization and integration of medical information" COMPUTER ASSISTED SURGERY, XX, XX, vol. 4, 1999, pages 129-143, XP002280194 the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 February 2005

Date of mailing of the international search report

02/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reise, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053041

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06T17/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GERING D T: "A System for Surgical Planning and Guidance using Image Fusion and Interventional MR" THESIS AT THE MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, XX, XX, Dezember 1999 (1999-12), Seiten 26-42, XP002293852 Seite 34 - Seite 37	1-5
X	GOLLAND P ET AL: "Anatomy Browser: a novel approach to visualization and integration of medical information" COMPUTER ASSISTED SURGERY, XX, XX, Bd. 4, 1999, Seiten 129-143, XP002280194 das ganze Dokument	1-5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Februar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reise, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)